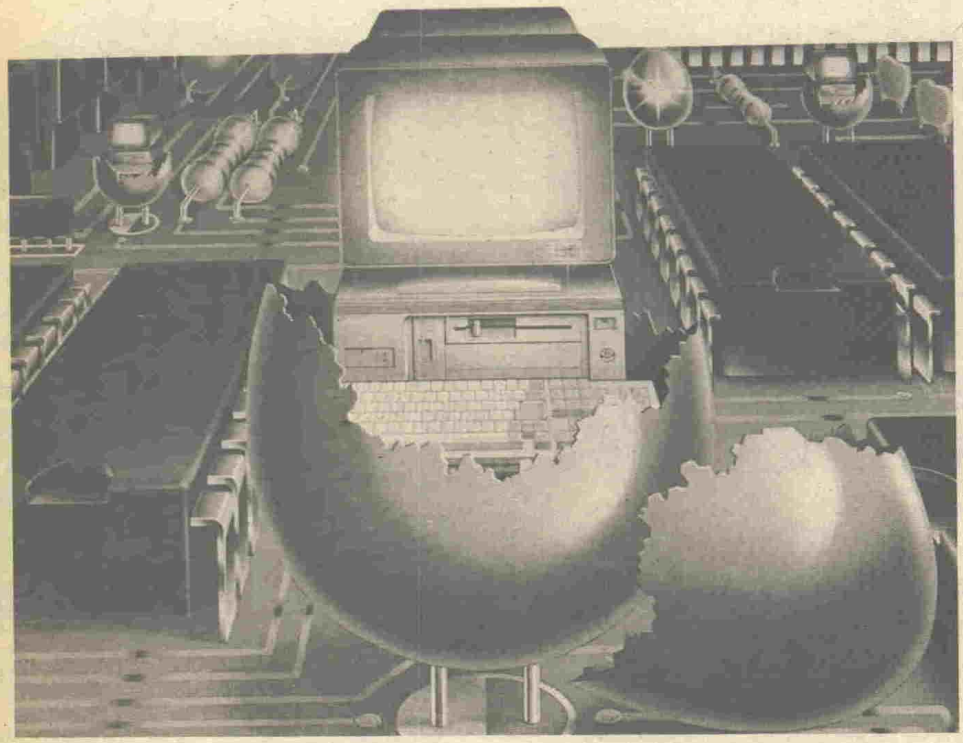
เรื่องน่าอ่าน
อนันต์ กิตติบรรลุ

ไมโครโปรเซสเซอร์ 64 บิต



พัฒนาการไร้ขอบเขต ขีดความสามารถเท่าไร ก็ไม่เพียงพอถ้ามนุษย์ยังมีความต้องการ แต่.....

จากคอมพิวเตอร์ในหลาย ๆ รุ่นที่ผ่านมา เรามีคอมพิวเตอร์ระบบ 8 บิตหรือชิพแบบ 8 บิตแล้วก็มา 16 บิต จนถึงปัจจุบันที่ใช้กันส่วนใหญ่ ซึ่งก็เป็นแบบ 32 บิตและคอมพิวเตอร์รุ่นถัดไปที่กำลังจะก้าวเข้ามาแทนก็คือแบบ 64 บิตนี้เอง โดยเหตุผลความจำเป็นหลาย ๆ อย่างที่แบบ 32 บิตยังไม่เพียงพอ ซึ่งจะเป็นอย่างไรนั้นก็ติดตามได้จากบทความนี้เลยนะครับ

อะไรคือขนาดของชิพ

อย่างที่ผู้เขียนได้บอกว่าชิพ 64 บิตหรือระบบ 64 บิตนั้น แท้จริงแล้วใช้อะไรมาเป็นมาตรฐานในการกล่าวเช่นนั้น เราคงต้องมาพูดเรื่องนี้กันหน่อย ผู้เขียนเชื่อแน่ว่ายังมีอีกหลายท่านยังไม่ทราบที่มา แล้วเข้าใจผิดว่าดูที่ขนาดดาต้าบัสบ้างหรือดูที่ขนาดแอดเดรสบัสบ้าง ซึ่งยังไม่ถูกต้องเสมอไป เพราะขนาดดังกล่าวอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าขนาดชิพจริง ๆ ก็ได้ แล้วแต่การออกแบบมาใช้งาน ขนาดชิพจะต้องดูจากขนาดรีจิสเตอร์จำนวนเต็ม (integer register) เท่านั้น

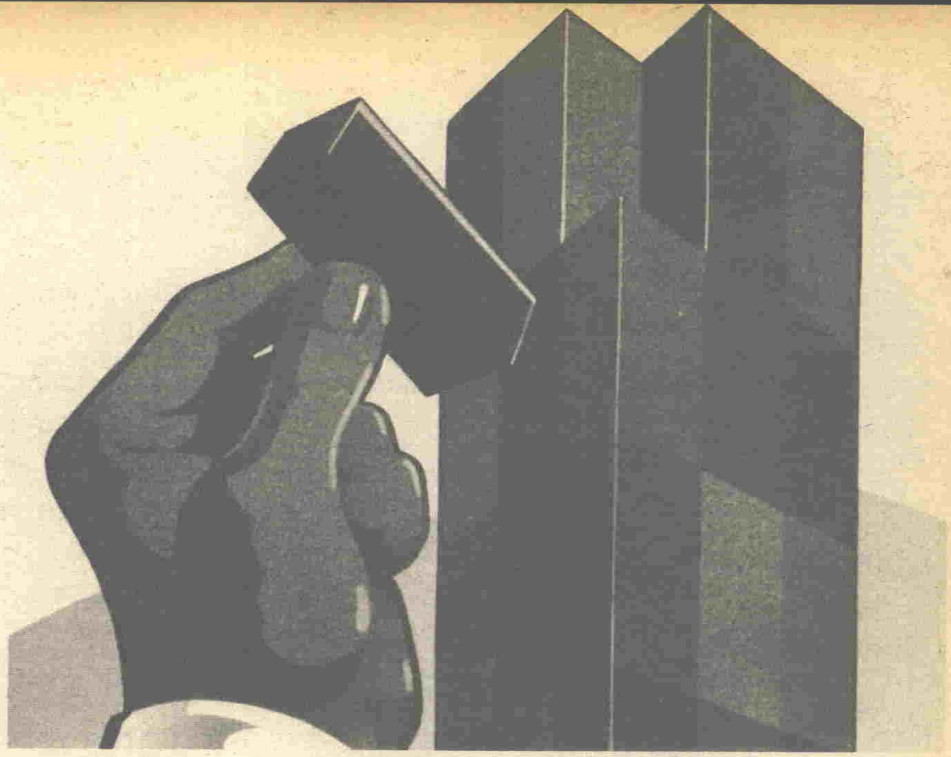
ยกตัวอย่างเช่น ในชิพ 8088 ซึ่งมีรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต แต่มันมีขนาดดาต้าบัสเป็น 8 บิต และมีขนาดแอดเดรสบัสเป็น 20 บิต ส่วนชิพ 8086 ซึ่งมีสถาปัตยกรรมเดียวกับ 8088 ทุกอย่าง ยกเว้นเพียงดาต้าบัสมีขนาด 16 บิต (ซึ่งถ้าเป็นปัจจุบันนี้อินเทลคงจะเรียกชิพ 8088 ว่า 8086SX ดังเช่นที่เรียกชิพ 386SX ซึ่งเป็นชิพแบบ 32 บิตแต่ขนาดดาต้าบัสแค่ 16 บิต และอย่าง 386DX ก็มีขนาดดาต้าบัสเป็น 24 บิต ขณะที่ 386 แท้แล้วขนาดบัสจะเป็น 32 บิตจริง ๆ)

ถ้าเป็นของมอโตโรลาคือ ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล 680x0 ซึ่งมีขนาดรีจิสเตอร์ 32 บิต แต่มีเพียง 68020, 68030 และ 68040 เท่านั้นที่มีขนาดดาต้าบัสและแอดเดรสบัสเท่ากันคือ 32 บิต ส่วน 6800 มีขนาดดาต้าบัสเป็น 64 บิตและแอดเดรสบัสเป็น 24 บิต

สรุปก็คือ *"ขนาดของชิพใด ๆ จะใช้มาตรฐานตามขนาดรีจิสเตอร์ระบุเท่านั้น"*

สถาปัตยกรรมของซีพียู

เมื่อพิจารณาตามโครงสร้างทางด้านสถาปัตยกรรม จะสามารถแยก



ลักษณะของซีพียูได้ 2 แบบด้วยกัน คือ Intruction Set Architecture (ISA) และแบบ Harware Implementation แบบ ISA หรือสถาปัตยกรรมด้านชุดคำสั่ง จะเป็นแบบที่มองเห็นในระดับซอฟต์แวร์จากภาษาชั้นต่ำ เช่น ภาษาแอสเซมบลีที่สามารถกระทำกับรีจิสเตอร์และแอดเดรสได้ ส่วนระดับฮาร์ดแวร์จะมองทางด้านฟิสิคัลแอดเดรสและทางด้านดาต้าบัส

ดังตารางที่ 1 สถาปัตยกรรมของซีพียูด้าน ISA จะมองเห็นขนาดรีจิสเตอร์จำนวนเต็มมีขนาดกว้าง R บิต และมองเห็นแอดเดรสมีขนาดกว้าง V บิต เมื่อจะทำการโปรแกรมซึ่ง V ก็คือ เวอร์ชวลแอดเดรสหรือแอดเดรสเสมือน ซึ่งสามารถถูกเยนเนอร์เรตได้ 2 แบบ คือ

1. โดยการใช้รีจิสเตอร์อ้างโดยตรงเลย ซึ่งก็จะอ้างขนาดแอดเดรสได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ R

2. โดยการแบ่งส่วนเป็นส่วนเซกเมนต์รีจิสเตอร์และส่วนออปเซต เมื่อนำทั้ง 2 ส่วนมารวมกันจึงได้เป็นเวอร์ชวลแอดเดรส ซึ่งวิธีนี้ก็ทำเพื่อขยายความสามารถในการอ้างแอดเดรสให้มากกว่า R นั่นเอง

หลังจากได้เวอร์ชวลเมมโมรีแล้วก็จะต้องผ่านส่วนจัดการเมมโมรี (memory menagement) เสียก่อน จึงเป็นระดับฮาร์ดแวร์ต่อไป โดยจะเป็นฟิสิคัลแอดเดรสที่มีขนาด A ในการที่จะอ้างอิง

CPU CHARACTERISTICS

Table 1: The size that a microprocessor is called is generally the integer register size.

CPU	Year released	Size called	ISA characteristics		Hardware Implementation	
			Innteger register size	Generated user address size	Physical address size	Data bus size
			(R)	(V)	(A)	(D)
DEC PDP-11/45	1973	16	16	16★	18	32
DEC PDP-11/70	1976	16	16	16★	22	32
DEC VAX-11/780	1978	32	32	31	32	64
IBM S/360	1964	32	32	24	24	8-128
IBM S/370XA	1983	32	32	31	32	128
IBM ESA/370	1988	32	32	31★	32	128
IBM RISC System/6000	1990	32	32	32★	32	64-128
HP Precision	1986	32	32	32★	32	32-64
Intel 386DX	1985	32	32	32★	32	32
Intel 386SX	1987	32	32	32★	24	16
Intel 860	1989	64	32	32	32	64
Intel 486DX	1989	32	32	32★	32	32
Intel 486SX	1991	32	32	32★	32	32
Mips R2000	1986	32	32	31	32	32
Mips R4000	1990	64	64	40-62	36	64
Motorola 68000	1980	32	32	24	24	16
Motorola 68020	1985	32	32	32	32	32
Motorola 68030	1987	32	32	32	32	32
Motorola 68040	1990	32	32	32	32	32
Sun SPARC	1987	32	32	32	36	32-64

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบซีพียู

หน่วยความจำจริง ๆ ได้ และการอ้างอิงหน่วยความจำแต่ละครั้งจะมีการส่งผ่านข้อมูลกันคราวละ D บิต ขนาดที่ว่านี้ก็คือขนาดของดาต้าบัสนั่นเอง ดังรูปที่ 1

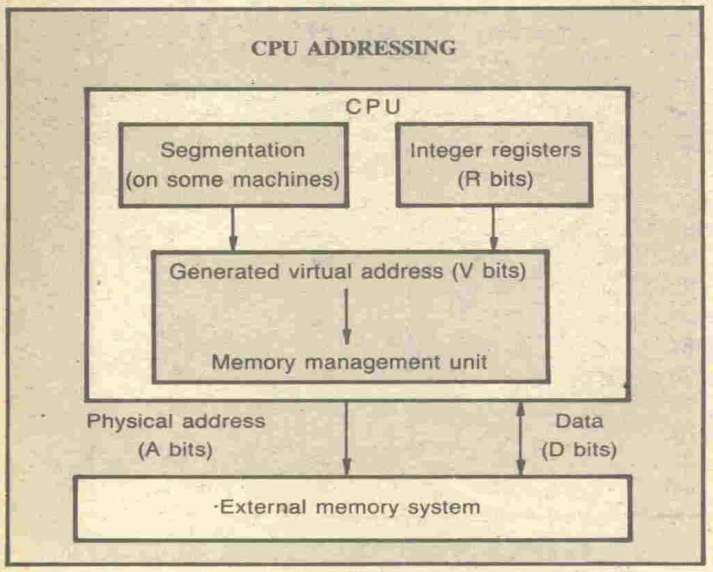
เมื่อเพิ่มขนาดรีจิสเตอร์ ประสิทธิภาพก็เพิ่ม

ถ้าเราเพิ่มขนาดรีจิสเตอร์เป็น 64 บิต ก็จะทำให้โปรแกรมที่มีลักษณะต่อไปนี้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอีกมาก

– ใช้สตริงที่มีความยาวมาก ๆ โปรแกรมบางโปรแกรมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ถึง 2 เท่าทีเดียว หากเปลี่ยนจากระบบ 32 บิตมาใช้ระบบ 64 บิต เพราะจะทำให้ระบบปฏิบัติการใช้เวลาน้อยลง 10 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ในการที่จะเคลียร์ค่าในหน่วยความจำ หรือเมื่อทำการก๊อบปี้กลุ่มข้อมูลขนาดใหญ่ และทำให้ความแตกต่างระหว่างซีพียูกับ I/O ดีไวซ์สามารถลดลงได้ เมื่อทำให้ข้อมูลเล็กลงโดยทำการย่อขนาด (compression) เสียก่อน แล้วจึงจัดเก็บและทำการขยาย (decompression) ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ วิธีการย่อและขยายข้อมูลนี้ต้องจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ ถ้าเราใช้ระบบ 64 บิตก็จะทำได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น

– เป็นกราฟิก โปรแกรมทางด้านกราฟิก นอกจากจะมีการคำนวณมากมายอยู่แล้ว โดยเฉพาะจอมอนิเตอร์แบบสีที่มีความละเอียดสูง ๆ ถ้าเราสามารถเพิ่มความเร็วทางด้านนี้ให้สูงยิ่งขึ้น โดยที่ไม่ต้องใช้ชิพที่ช่วยงานด้านกราฟิก (graphic support chips) ก็โดยการเพิ่มเป็นระบบ 64 บิต เพราะมันจะทำให้การทำ scroll การฟิวแอเรีย และอื่น ๆ ที่ต้องอาศัยพื้นที่ว่างขนาดใหญ่เพื่อกระทำการดังกล่าว สามารถทำได้อย่างสบาย ๆ ซึ่งวิธีการเพิ่มเป็น 64 บิตนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพได้ถึง 2 เท่าของแบบ 32 บิต และเมื่อเทียบกันทางด้านประสิทธิภาพต่อราคาแล้วยังถูกกว่าแบบซื้อชิพช่วยอีกด้วย

– มีการคำนวณสูง แม้ว่าชิพส่วนใหญ่สามารถที่จะทำการบวก ลบ เลขจำนวนเต็มแบบความละเอียดสูง ๆ ได้ เช่น การบวกแบบ 64 บิต, 96 บิต หรือ 128 บิตได้อย่างรวดเร็วก็ตาม แต่ถ้าเป็นการคูณและหารขนาดความละเอียดสูง ๆ ดังกล่าวจะทำช้ามาก ๆ ดังเช่นการทำการเข้ารหัสข้อมูล (Cryptography) ซึ่งต้องมีการคำนวณการคูณการหารกับตัวเลขขนาดใหญ่ ๆ การคำนวณด้านการเงินการคลังระดับประเทศ ซึ่งรีจิสเตอร์ขนาด 32 บิตก็อาจจะไม่สามารถเก็บจำนวนเงินขนาดนี้ได้ ต้องใช้รีจิสเตอร์ขนาด 64 บิตจึงจะเพียงพอ



รูปที่ 1 ขนาดของดาต้าบัส

ว่าด้วยเมมโมรี

จากที่กล่าวไปตอนต้นถึงเหตุผลที่จะต้องเพิ่มขนาดรีจิสเตอร์เป็น 64 บิต ก็ยังมีอีกเหตุผลหนึ่งที่น่าสนับสนุนนั่นก็คือเรื่องเมมโมรี ถ้าเราเพิ่มเป็นระบบ 64 บิตก็จะทำให้การอ้างแอดเดรสในเมมโมรีมากขึ้นกว่าเดิมอีกมากมาย

จากที่ได้กล่าวไปเมื่อตอนต้นถึงเรื่องเวอร์ชวลเมมโมรีและฟิสิคัลเมมโมรีไปแล้ว จะพบว่าขนาดเมมโมรีที่โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์จะเห็นได้นั้นก็ขึ้นกับขนาดของเวอร์ชวลเมมโมรีนั่นเอง ดังนั้นในระบบคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะออกแบบให้ขนาดสูงสุดของเวอร์ชวลเมมโมรีมากกว่าขนาดของฟิสิคัลเมมโมรี และหากผู้ใช้ต้องการที่เพิ่มประสิทธิภาพก็ทำได้โดยการเพิ่มขนาดฟิสิคัลเมมโมรีไปภายหลัง แต่การเพิ่มก็จำกัดเพียงขนาดสูงสุดของเวอร์ชวลเมมโมรีเท่านั้น นั่นก็คือหากยังขืนเพิ่มฟิสิคัลเมมโมรีต่อไปอีก มันก็ไม่มีประโยชน์อะไรแล้ว เพราะซอฟต์แวร์จะใช้ประโยชน์จากส่วนที่เกินไปกว่าขนาดของเวอร์ชวลเมมโมรีไม่ได้

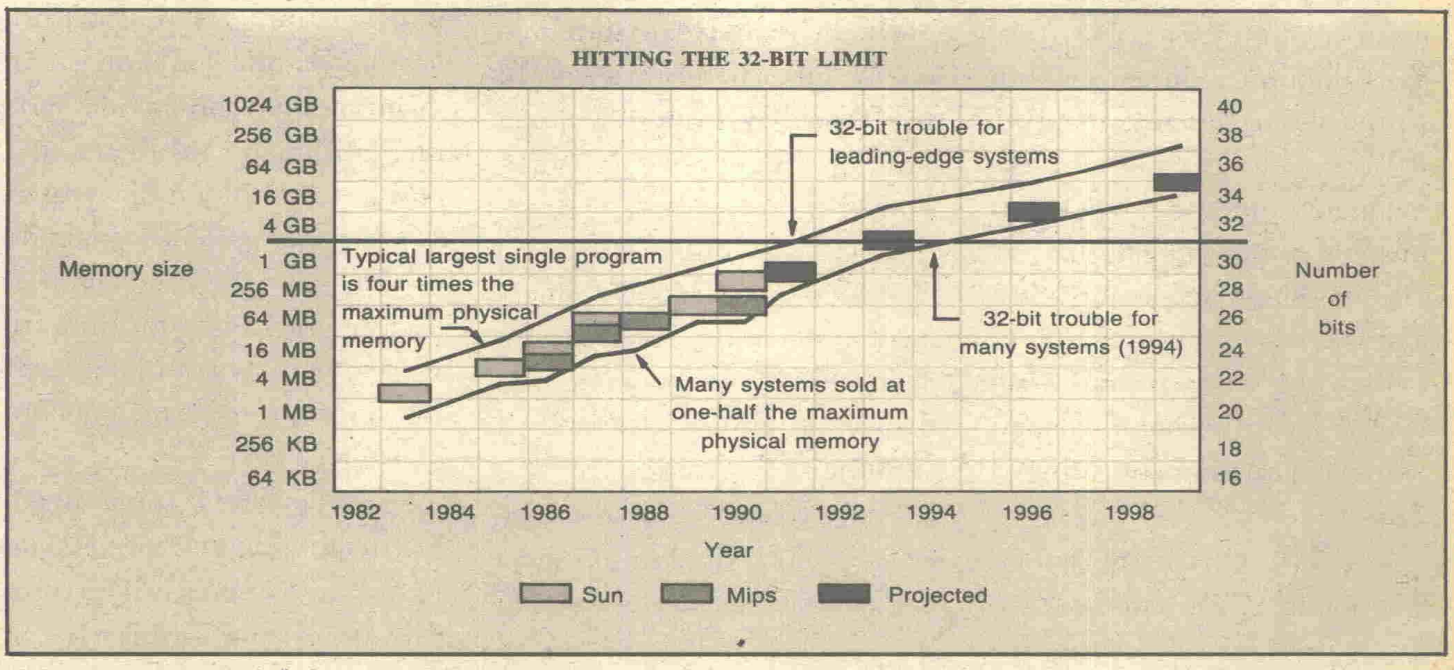
ยุควิกฤตของ 32 บิต

จากรูปที่ 2 ซึ่งเป็นการศึกษาเรื่องเมมโมรีที่เพิ่มขึ้นในทุก ๆ 2 ปี พร้อมกับได้ทำการทำนายว่าขนาดของเวอร์ชวลเมมโมรีที่อ้างได้ 32 บิต จะถึงจุดที่เริ่มวิกฤตคือ ไม่เพียงพอสำหรับซอฟต์แวร์ใหญ่ ๆ โดยข้อมูลนี้นำมาจาก "Mips Computer System" และ "Sun Microsystem" มาศึกษาและวาดเป็นกราฟใช้สเกลแบบลอการิทึม ซึ่งพบว่าอัตราการเพิ่มของเมมโมรีจะเป็นเส้นตรงในอัตรา 2 บิตทุก ๆ 3 ปี เส้นกราฟด้านบนแสดงถึงขนาดเวอร์ชวลเมมโมรีซึ่งเป็น 4 เท่าของขนาดสูงสุดของฟิสิคัลเมมโมรี ส่วนกราฟเส้นล่างแสดงขนาดของฟิสิคัลเมมโมรี ซึ่งเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ หรือครึ่งหนึ่งของขนาดสูงสุดของฟิสิคัลเมมโมรี ซึ่งเป็นขนาดที่มักจะถูกจำหน่ายจากผู้ขายทั่ว ๆ ไป เมื่อพิจารณากราฟเส้นบนจะพบว่า ในราวปี ค.ศ.1991 จะเริ่มมีโปรแกรมที่ต้องการอ้างเมมโมรีถึง 32 บิตแล้ว และพอราวปี ค.ศ.1993 หรือ ค.ศ.1994 จะต้องการเมมโมรีสูงขึ้นไปอีก จนเกิดวิกฤตกาลที่ไม่สามารถพัฒนาโปรแกรมให้มากขึ้นหรือใหญ่ขึ้นไปกว่านี้อีกแล้ว เพราะหากขนาดฟิสิคัลเมมโมรียังคงอยู่ที่ 32 บิต ไม่พัฒนาให้เป็นรุ่นถัดไปคือ 64 บิต

ทำไมต้อง 64 บิต

จากความจำเป็นที่ต้องเพิ่มเมมโมรีให้มากขึ้นกว่าการอ้างจาก 32 บิต ตามที่กล่าวมาแล้ว สามารถเพิ่มได้โดยยังคงขนาด 32 บิตไว้เช่นเดิม ด้วยการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เป็นเซกเมนต์และออปเซต หรือโดยการเพิ่มขนาดรีจิสเตอร์เป็น 64 บิตไปเลย

ผู้อ่านอาจจะสงสัยว่า แล้วทำไมการเพิ่มขนาดรีจิสเตอร์ต้องเพิ่มเป็น 64 บิต จะเป็นขนาดอื่นเช่น 48 บิตได้หรือไม่ เพราะอาจเห็นว่าขนาด 64 บิตคงมากเกินความจำเป็นไปหน่อย เหตุผลก็คือสถาปัตยกรรมของการอ้างแอดเดรสของภาษาชั้นต่ำที่สามารถเข้าถึงระดับรีจิสเตอร์ เช่น ภาษาแอสเซมบลี ภาษาซี เมื่อมีการอ้างถึงข้อมูลในแต่ละแอดเดรสหนึ่ง ๆ จะมองข้อมูลเป็นเวิร์ด แต่ละเวิร์ดจะมีขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์ และหากต้องการข้อมูลมากกว่า 1 เวิร์ด ขนาดของมันต้องเพิ่มขึ้นคราวละ 2 เท่าเสมอ เช่นเป็น 16 บิต 32 บิต หรือ 64 บิต เป็นต้น นั่นก็คือ ถ้าหากใช้ 48 บิตแล้วเราจะต้องทำให้การอ้างข้อมูลแต่ละแอดเดรสเป็น 6 บิต ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ค่อนข้างยากถ้าจะมองถึงขนาดดังกล่าวในระบบเลขฐาน 2 หรือฐาน 16 ที่ใช้ ๆ กันอยู่ แต่หากจะทำก็ได้ แต่ฮาร์ดแวร์ที่จัดการส่วนนี้จะต้องช้าลงอย่างแน่นอน และการเขียนโปรแกรม



รูปที่ 2 เปรียบเทียบเมมโมรีเพิ่มขึ้นทุก ๆ 2 ปี

ก็คงยิ่งยากขึ้นไปอีก เพราะไม่สอดคล้องกับระบบฐานเลข

คราวนี้ก็ลองมาดูโปรแกรมหรือแอพพลิเคชันด้านเหล่านี้ที่ต้องการขนาดเมมโมรีมาก ๆ ที่ระบบ 32 บิตก็ยังไม่เพียงพอ หรือเพียงพอแต่ประสิทธิภาพยังต่ำกัน

– ด้านฐานข้อมูล ซึ่งระบบทางด้านฐานข้อมูลจำเป็นต้องเก็บข้อมูลมากมาย โดยจัดการเก็บเป็นไฟล์ การที่จะแอ็กเซสข้อมูลที่เป็นไฟล์เหล่านี้ต้องการความเร็วสูงมาก ประสิทธิภาพของระบบถึงดี จากการที่เรารู้ ๆ กันอยู่แล้วว่า ความเร็วของซีพียูนั้นเร็วกว่าพวกอุปกรณ์ภายนอก (external device) ทั้งหลายมาก ๆ เช่น หน่วยความจำดิสก์ เครื่องพิมพ์ ดังนั้นแม้ซีพียูจะรวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพียงใดก็ยังใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ หรือเกิด Boltle neck หรือคอขวด ซึ่งเป็นจุดอ่อนของระบบ เพราะต้องเกิดภาวะรอคอยอุปกรณ์เหล่านี้เสมอ ๆ ดังนั้นในระบบปฏิบัติการที่ดี ๆ จะใช้วิธีทำไฟล์แม็พปิง กล่าวคือ นำไฟล์ทั้งหมดไปแม็พไว้กับเวอร์ชวลเมมโมรี ทำให้การแอ็กเซสทำได้อย่างรวดเร็วขึ้นและมีการกันหน่วยความจำไว้ส่วนหนึ่งด้วย เพื่อทำการแคชเมมโมรี ซึ่งเป็นการหลีกเลี่ยงการอ่านและเขียนดิสก์บ่อย ๆ โดยจะแอ็กเซสเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น ดังนั้นถ้าหากขนาดดิสก์ใหญ่มาก ๆ ก็เก็บไฟล์ได้มาก ด้วยเหตุนี้ระบบฐานข้อมูลจึงต้องการเมมโมรีสูงมาก

– วีดีโอ ในการทำงานด้านมัลติมีเดีย จำเป็นต้องใช้วีดีโอเพื่อแสดงภาพ สำหรับภาพวิดีโอในแต่ละเฟรมจะต้องใช้ขนาดถึง 3.75 เมกะไบต์ จากข้อมูลภาพที่มีความละเอียด 1280×1024 จุด และแต่ละจุดสามารถอ้างอิงสีถึง 24 บิต และการแสดงภาพของวิดีโอต้องใช้ถึง 24 เฟรม ภายในเวลา 1 วินาที ซึ่งถ้าระบบคอมพิวเตอร์เป็นแบบ 32 บิต มีขนาดหน่วยความจำ 4 จิกะไบต์ก็ใช้เก็บอิมเมจเหล่านี้ได้ 160 เพจ

– CAD แอพพลิเคชันทางด้าน CAD (Computer Aided Design) ซึ่งใช้ออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ เมื่อนำมาใช้ในระบบเน็ตเวอร์กขนาดใหญ่ ๆ ซึ่งต้องการขนาดหน่วยความจำมากมาย เพื่อให้เซอร์ฟเวอร์ใช้ในการเก็บข้อมูล และก็จะมีเครื่องเดสค์ท็อปที่จะขอให้บริการจากเซอร์ฟเวอร์เพื่อใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลเซอร์ฟเวอร์มาทำงานด้านซิมูเลชันหรืองานจำลอง

– GIS (Geographic Information) เป็นระบบที่รวมเอาทั้งแผนที่ อิมเมจ และข้อมูลจำนวนมาก เข้าไว้ในระบบเดียวกัน ก็จำเป็นต้องใช้หน่วยความจำขนาดมหาศาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับมัน

– การจัดการด้าน Number crunching ซึ่งต้องใช้กับตัวเลขที่มีขนาดใหญ่และมีการคำนวณมากมาย ซับซ้อนสูง ซึ่งโปรแกรมลักษณะดังกล่าวนี้ต้องการหน่วยความจำมากมาย เพื่อเก็บและคำนวณตัวเลขเหล่านี้ เรียกว่ายิ่งมากยิ่งดีทีเดียว

ส่งท้าย

ผู้อ่านคงจะเห็นข้อดีของระบบคอมพิวเตอร์แบบ 64 บิต ตามที่ผู้เขียนได้ให้เหตุผลไปในหลาย ๆ แง่กันบ้างแล้วนะครับ แล้วก็โปรดเตรียมตัวเตรียมใจกันได้แล้ว เพราะมันกำลังจะมาแทนระบบ 32 บิต ที่ใช้ ๆ กันในปัจจุบันนี้ ผู้เขียนก็ยอมรับครับว่าขนาด 64 บิต มันใหญ่มหาศาลจริง ๆ และก็คงต้องยอมรับอีกเช่นกันว่า เมื่อถึงเวลานั้นแล้วมันอาจจะไม่พออีกก็ได้ เพราะความต้องการของคนเราไม่มีขีดจำกัด อย่างเมื่อก่อนที่ไอบีเอ็มออกไมโครคอมพิวเตอร์เอกซ์ทีมาใหม่ ๆ มีหน่วยความจำ 640 กิโลไบต์ ก็คุยได้แล้วว่าเหลือเฟือแล้วเดี๋ยวนี้เป็นยังไงครับ พวกแอพพลิเคชันที่ออกมาใหม่ ๆ ตอนนี้ที่มีความสามารถสูง ๆ ขนาดหน่วยความจำ 640 เค เรียกว่าไม่ต้องคุยกันแล้วมันดูเล็กไปเลยด้วยซ้ำ

ท้ายนี้ผู้เขียนหวังว่าบทความชุดนี้คงทำให้ผู้อ่านเห็นความสำคัญของระบบ 64 บิต ที่กำลังเป็นเทคโนโลยีทางด้านชิพที่กำลังก้าวมาใหม่นี้นะครับ..... สวัสดี!